

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-015772

(43)Date of publication of application : 18.01.2002

(51)Int.Cl.

H01M 10/40
H01M 2/16

(21)Application number : 2000-197994

(71)Applicant : TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB
INC

(22)Date of filing : 30.06.2000

(72)Inventor : AOKI YOSHIFUMI
OKUDA NARUAKI
UKIYOU YOSHIO

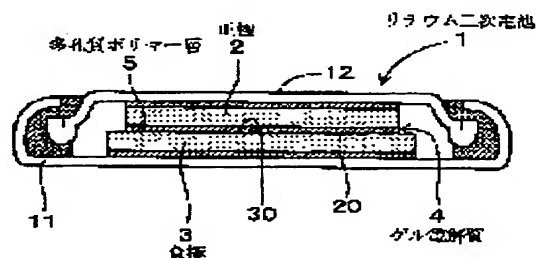
(54) LITHIUM SECONDARY CELL AND MANUFACTURING METHOD OF THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a lithium secondary cell using gel electrolyte with small thickness, low production cost, which is easy to manufacture, and to provide a manufacturing method of the same.

SOLUTION: The lithium secondary cell 1 comprises a positive electrode 2 having lithium-transition metal double oxide as a positive active material, a negative electrode 3 having a negative active material which can store and release lithium ion, and a gelatinous gel electrolyte 4. A porous polymer layer 5 with many holes is formed at least on the surface 20 of either the positive electrode 2 or the negative electrode 3, and the positive electrode 2 and the negative electrode 3 are arranged so that the porous polymer layer 5 locates between the positive electrode 2 and the negative electrode 3, and the holes of the porous polymer layer 5 is filled with the gel electrolyte 4.

(図2)



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2 0 0 2 - 1 5 7 7 2

(P 2 0 0 2 - 1 5 7 7 2 A)

(43) 公開日 平成14年1月18日 (2002. 1. 18)

(51) Int. Cl.⁷

H 0 1 M 10/40
2/16

識別記号

F I

H 0 1 M 10/40
2/16

テマコード* (参考)

B 5H021
P 5H029

審査請求 未請求 請求項の数 1 0 O L

(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-197994 (P2000-197994)

(22) 出願日 平成12年6月30日 (2000. 6. 30)

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1

(72) 発明者 青木 良文

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72) 発明者 奥田 匠昭

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(74) 代理人 100079142

弁理士 高橋 祥泰 (外1名)

最終頁に続く

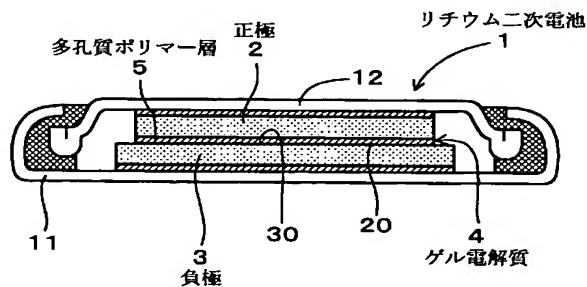
(54) 【発明の名称】 リチウム二次電池及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 ゲル電解質を用いたものであって、かつ、厚みが小さく、安価であり製造容易なリチウム二次電池及びその製造方法を提供すること。

【解決手段】 リチウム遷移金属複合酸化物を正極活物質として有する正極2と、リチウムイオンを吸蔵・放出可能な負極活物質を有する負極3と、ゲル状のゲル電解質4とを有するリチウム二次電池1である。正極2と負極3の少なくとも一方の表面20には、多数の空孔を有する多孔質ポリマー層5を形成してあり、多孔質ポリマー層5が正極2と負極3との間に位置するように正極2及び負極3を配置すると共に、多孔質ポリマー層5の空孔にはゲル電解質4を充填している。

(図2)



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 リチウム遷移金属複合酸化物を正極活物質として有する正極と、リチウムイオンを吸蔵・放出可能な負極活物質を有する負極と、ゲル状のゲル電解質とを有するリチウム二次電池であって、上記正極と上記負極の少なくとも一方の表面には、多数の空孔を有する多孔質ポリマー層を形成してあり、該多孔質ポリマー層が上記正極と上記負極との間に位置するように上記正極及び上記負極を配置すると共に、上記多孔質ポリマー層の空孔には上記ゲル電解質を充填していることを特徴とするリチウム二次電池。

【請求項 2】 請求項 1 において、上記多孔質ポリマー層の厚みは 200 μm 以下であることを特徴とするリチウム二次電池。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 において、上記多孔質ポリマー層は、図 1 に示すごとく側鎖および末端にビニル基を有するポリエチレンオキシドを重合させてなるポリマーであることを特徴とするリチウム二次電池。

【請求項 4】 請求項 1～3 のいずれか 1 項において、上記ゲル電解質は、ゲル基質としてのポリマーに電解液を含浸させてなる物理的ゲルであることを特徴とするリチウム二次電池。

【請求項 5】 請求項 1～3 のいずれか 1 項において、上記ゲル電解質は、ゲル基質としてのポリマーに電解液を含浸させ、かつ上記ゲル基質を三次元的に架橋してなる化学的ゲルであることを特徴とするリチウム二次電池。

【請求項 6】 リチウム遷移金属複合酸化物を正極活物質として有する正極と、リチウムイオンを吸蔵・放出可能な負極活物質を有する負極と、ゲル状のゲル電解質とを有するリチウム二次電池を製造する方法であって、上記正極と上記負極の少なくとも一方の表面に、多数の空孔を有する多孔質ポリマー層を形成するポリマー形成工程と、上記多孔質ポリマー層の上記空孔にゲル化可能な電解液を含浸させる含浸工程と、上記電解液をゲル化させるゲル化工程とを有することを特徴とするリチウム二次電池の製造方法。

【請求項 7】 請求項 6 において、上記ポリマー形成工程においては、上記正極と上記負極の少なくとも一方の表面に、多孔質ポリマー層用ポリマー原料を塗工した後該多孔質ポリマー層用ポリマー原料を重合させることにより行うことを特徴とするリチウム二次電池の製造方法。

【請求項 8】 請求項 7 において、上記多孔質ポリマー層用ポリマー原料は、図 1 に示すごとく側鎖および末端にビニル基を有するポリエチレンオキシドであることを特徴とするリチウム二次電池の製造方法。

【請求項 9】 請求項 6～8 のいずれか 1 項において、上記ゲル化可能な電解液は、ゲル基質用ポリマー原料と電解液と重合開始剤とを含有してなる溶液であり、上記

ゲル化工程においては、上記ゲル基質用ポリマー原料を重合させてゲル基質とすることにより物理的ゲルを形成することを特徴とするリチウム二次電池の製造方法。

【請求項 10】 請求項 9 において、上記物理的ゲルの形成後、上記ゲル基質を三次元的に架橋して化学的ゲルを形成することを特徴とするリチウム二次電池の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】 本発明は、電解質にゲル電解質を用いたリチウム二次電池及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来技術】 近年、3～4 V の高電圧と、1000 Wh/g の高エネルギー密度が期待できるリチウム二次電池の開発が盛んである。ところでリチウム二次電池の電解質には、エチレンカーボネートやプロピレンカーボネート、炭酸ジエチルなどの非水有機電解液の混合溶媒に、ホウフッ化リチウムや 6 フッ化リン酸リチウムなどの支持塩を溶解させた電解液が用いられている。

【0003】 正負極はポリエチレンあるいはポリプロピレン製の多孔質薄膜を介して対向しており、上記電解液が多孔質薄膜に含浸することによって電解質となる。この電解質について、特に軽量化と安全性の観点から液体状の電解液に代わって、固体電解質、あるいはゲル状のゲル電解質を用いることが提案されている。

【0004】 固体電解質としてはポリエチレンオキシドにリチウム塩を支持塩として含有させたものが代表的である。一方、ゲル電解質としては、ポリエチレンオキシドのほか、ヘキサフルオロプロピレンーポリビニリデンフルオライド共重合体や、ポリメチルメタクリレートなどのポリマーに電解液を含浸させたものがある。ただし、固体電解質を用いた電池は電解質の伝導度が確保できず、たとえばポリエチレンオキシドでは 60℃ 以上では十分な出力が得られるが、室温で作動させるのは難しいのが現状である。

【0005】 したがって、現在ポリマー電池といわれるものは、もっぱらゲル電解質を用いたゲルポリマー電池となっている。すなわち、ゲルポリマー電池は、電解質にゲル電解質を用いた電池である。そして、ゲル電解質は、正・負極が短絡しないようなセパレータの機能をも十分に有するのが理想的である。

【0006】

【解決しようとする課題】 しかしながら、リチウム二次電池においては、軽量化・省スペース化のために電解質を薄くすることが要求されている。そのために、上記電解質がセパレータとしての機能を十分に確保することは困難であり、実際には、不織布などのセパレータを用いて正・負極間の絶縁を確保する必要がある。

【0007】 一方、不織布等のセパレータを別途準備して上記正極と負極との間に介在させる場合には、製造工

程が合理化できずコスト低減が困難だけでなく、電池全体の厚み低減及び軽量化にも限界がある。

【0008】本発明は、かかる従来の問題点に鑑みてなされたもので、ゲル電解質を用いたものであって、かつ、厚みが小さく、安価であり製造容易なリチウム二次電池及びその製造方法を提供しようとするものである。

【0009】

【課題の解決手段】請求項1の発明は、リチウム遷移金属複合酸化物を正極活物質として有する正極と、リチウムイオンを吸蔵・放出可能な負極活物質を有する負極と、ゲル状のゲル電解質とを有するリチウム二次電池であって、上記正極と上記負極の少なくとも一方の表面には、多数の空孔を有する多孔質ポリマー層を形成してあり、該多孔質ポリマー層が上記正極と上記負極との間に位置するように上記正極及び上記負極を配置すると共に、上記多孔質ポリマー層の空孔には上記ゲル電解質を充填していることを特徴とするリチウム二次電池にある。

【0010】本発明において最も注目すべき点は、上記正極と上記負極の少なくとも一方の表面には、多数の空孔を有する多孔質ポリマー層を予め形成してあり、この多孔質ポリマー層の空孔に上記ゲル電解質を充填していることである。

【0011】上記正極活物質には遷移金属複合酸化物を使用することができる。その例示として、ニッケル酸リチウム、コバルト酸リチウム、マンガン酸リチウムなどがあげられる。安定性を向上させるためにこれらの物質にFe、Co、Mn、Ni、B、Alなどで遷移金属部を異原子置換してもよい。また、これらの化合物を二種類以上混合してもよい。必要に応じて導電助剤として金属粉や黒鉛を混合してもよい。

【0012】上記負極活物質は、リチウム金属、リチウム合金、リチウムをドーブ・脱ドーブできる炭素材料が挙げられる。ただし安全性の見地から炭素材料が望ましい。炭素材料の例示として、天然黒鉛のほか、MCMB（メゾフェーズカーボンマイクロビーズ）炭素繊維、コークスなどが使用できる。これらの物質を単独で用いてもよく、二種類以上を混合して用いてもよい。

【0013】上記正極は、上記正極活物質を集電体に塗工したものが望ましい。集電体の形状、材質は問わないが、酸化・還元準位を鑑みるとアルミニウム箔が望ましい。また上記正極活物質に加えて結着剤を混合してもよい。上記負極は、上記負極活物質を集電体に塗工したものが望ましい。集電体の形状、材質は問わないが、酸化・還元準位を鑑みると銅箔が望ましい。また上記負極活物質に加えて結着剤を混合してもよい。

【0014】上記正・負極のいずれか一方、あるいは両方には、上記多孔質ポリマー層を形成する。多孔質ポリマー層は、ポリマーの他に必要に応じてトルエンなどの溶媒を加えてもよい。その際には正負極を破損しないよ

うな溶媒が望ましく、結着剤を溶解したり活物質と反応するような溶媒は好ましくない。また上記多孔質ポリマー層の形成は、例えば、ロールコート、ドクターブレード法、ディッピングなどの方法で行うことができる。上記多孔質ポリマー層用のポリマーとしては、例えば、ポリフッ化ビニリデン、ポリエチレンオキシド、ポリメチルメタクリレート等を用いることができる。

【0015】ゲル電解質としては、物理的ゲルあるいは化学的ゲルがある。例えば、物理的ゲルは、ゲルの基質となるものに電解液を含浸させることによりゲル状にすることができる。ゲルの基質としては、リチウム二次電池に求められる電位窓で安定な物質ならば種類を問わない。ゲルの基質となるものを例示すると、ポリビニリデンフルオライドーヘキサフルオロプロピレン共重合体、ポリエチレンオキシド、ポリメチルメタクリレートなどがある。これらの物質よりなる基質に電解液を含浸させてゲル化したものが物理的ゲルである。そして、より安定性を強化させるためにこれらのポリマーを三次元的に架橋したものが化学的ゲルである。

【0016】電解液および支持塩は通常リチウム二次電池に用いられるものであればよい。具体的には、電解液溶媒としてはエチレンカーボネート、プロピレンカーボネート、ジエチルカーボネート、エチルメチルカーボネート、ジメチルカーボネートなどの炭酸エステル類、ジグリム、テトラヒドロフラン、2メチルテトラヒドロフランなどのエーテル類、酢酸エチル、γブチロラクトンなどのエステル類、リン酸トリメチル、リン酸トリエチルなどのリン酸エステル類が上げられる。また支持塩としてはヘキサフルオロリン酸リチウム、テトラフルオロホウ酸リチウム、過塩素酸リチウム、リチウムビストリフルオロメタンスルホニウムイミド、などのリチウム塩があげられる。

【0017】上記リチウム二次電池の形状としては、巻き電池、コイン型電池、シート型平板電池等、種々の形状とすることができる。

【0018】次に、本発明の作用効果につき説明する。本発明のリチウム二次電池においては、上記正極と上記負極の少なくとも一方の表面には、上記多孔質ポリマー層を予め形成してある。そのため、正極と負極とを対面配置した際にこれらの間に多孔質ポリマー層を介在させることができ、両極の短絡を確実に防止することができる。

【0019】また、上記多孔質ポリマー層は、上記正極及び負極の少なくとも一方の表面に予め形成する。そのため、従来のセパレータと比べて、容易に厚みを薄い状態とすることができる。さらに、上記多孔質ポリマー層は、上記のごとく多数の空孔を有している。そのため、ゲル電解質を空孔内に充填することができ、その電解質の特性を有効に発揮させることができる。

【0020】また、上記多孔質ポリマー層を予め正極又

は負極の少なくとも一方に形成しておくので、従来のように特別に不織布等のセバレータを準備する必要がない。そのため、製造工程の合理化、製造コストの低減等をも図ることができる。そして、別途準備したセバレータを用いることなくゲル電解質を適用することができるので、電池全体の厚み低減及び軽量化を図ることができる。

【0021】次に、請求項2の発明のように、上記多孔質ポリマー層の厚みは200 μ m以下とすることができる。これにより、電池全体の厚みを従来よりも大幅に低減することができる。さらに、従来用いられてきた不織布などのセバレータは不要となる。一方、多孔質ポリマー層の厚みは、活物質の粒径にもよるが、正、負極間のマイクロショート防止という理由から5 μ m以上であることが好ましい。

【0022】また、請求項3の発明のように、上記多孔質ポリマー層は、図1に示すごとく側鎖および末端にビニル基を有するポリエチレンオキサイドを重合させてなるポリマーであることが好ましい。この場合には、空孔を多数有する多孔質ポリマー層を容易に形成することができる。

【0023】ここで、上記図1の化学式において、m、nは、 $10 \leq m \leq 25$ 、 $1 \leq n \leq m/5$ 程度が望ましい。m ≥ 25 のときは、温度により固化するおそれがある。また、 $n \geq m/5$ になると、架橋度が大きすぎて多孔質にならない可能性がある。

【0024】また、請求項4の発明のように、上記ゲル電解質は、ゲル基質としてのポリマーに電解液を含浸させてなる物理的ゲルとすることができる。この場合には、ゲル電解質のゲル化工程を比較的簡単にすることができる。

【0025】また、請求項5の発明のように、上記ゲル電解質は、ゲル基質としてのポリマーに電解液を含浸させ、かつ上記ゲル基質を三次元的に架橋してなる化学的ゲルとすることもできる。この場合には、物理的ゲルの場合よりも安定性を向上させることができる。

【0026】次に、請求項6の発明は、リチウム遷移金属複合酸化物を正極活物質として有する正極と、リチウムイオンを吸蔵・放出可能な負極活物質を有する負極と、ゲル状のゲル電解質とを有するリチウム二次電池を製造する方法であって、上記正極と上記負極の少なくとも一方の表面に、多数の空孔を有する多孔質ポリマー層を形成するポリマー形成工程と、上記多孔質ポリマー層の上記空孔にゲル化可能な電解液を含浸させる含浸工程と、上記電解液をゲル化させるゲル化工程とを有することを特徴とするリチウム二次電池の製造方法にある。

【0027】本製造方法に適用できる正極活物質、負極活物質、多孔質ポリマー層、ゲル電解質等は、上記と同様のものがある。本製造方法を用いれば、特別に不織布等のセバレータを別途作製し、これを組み付ける工程を

設ける必要がない。そのため、製造工程を合理化できると共に、製造コストの低減を図ることができる。さらに、上記多孔質ポリマー層を組み付け前に予め電極の表面に形成しておくことにより、セバレータを用いることなくゲル電解質を適用することができる。そして、電池全体の厚み低減及び軽量化を図ることができる優れたリチウム二次電池を容易に製造することができる。

【0028】次に、請求項7の発明のように、上記ポリマー形成工程においては、上記正極と上記負極の少なくとも一方の表面に、多孔質ポリマー層用ポリマー原料を塗工した後該多孔質ポリマー層用ポリマー原料を重合させることにより行うことが好ましい。これにより容易に多孔質ポリマー層を形成することができる。なお、上記塗工方法としては、例えば、ロールコート、ドクターブレード法、ディッピングなどの方法を用いることができる。

【0029】また、請求項8の発明のように、上記多孔質ポリマー層用ポリマー原料は、図1に示すごとく側鎖および末端にビニル基を有するポリエチレンオキサイドであることが好ましい。この場合には、付加重合反応により空孔を多数有する多孔質ポリマー層を容易に形成することができる。

【0030】また、請求項9の発明のように、上記ゲル化可能な電解液は、ゲル基質用ポリマー原料と電解液と重合開始剤とを含有してなる溶液であり、上記ゲル化工程においては、上記ゲル基質用ポリマー原料を重合させてゲル基質とすることにより物理的ゲルを形成することが好ましい。この場合には、ゲル電解質のゲル化を比較的容易に行うことができる。

【0031】また、請求項10の発明のように、上記物理的ゲルの形成後、上記ゲル基質を三次元的に架橋して化学的ゲルを形成することが好ましい。この場合には、上記ゲル電解質の安定性をさらに向上させることができる。

【0032】

【発明の実施の形態】実施形態例1

本発明の実施形態例にかかるリチウム二次電池及びその製造方法につき、図1、図2を用いて説明する。本例のリチウム二次電池1は、図2に示すごとく、コイン型の電池（コインセル）であって、リチウム遷移金属複合酸化物を正極活物質として有する正極2と、リチウムイオンを吸蔵・放出可能な負極活物質を有する負極3と、ゲル状のゲル電解質4とを有する。上記正極2の表面20には、多数の空孔を有する多孔質ポリマー層5を形成してあり、該多孔質ポリマー層5が正極2と負極3との間に位置するように正極2及び負極3を配置すると共に、多孔質ポリマー層5の空孔にはゲル電解質4を充填している。

【0033】このリチウム二次電池（コインセル）1を製造するに当たっては、まず、次のように正極2を作製

した。正極活物質は $\text{Li}_{1.03}\text{Mn}_{1.97}\text{O}_4$ （本荘ケミカル製）を用いた。この活物質 8 重量部に対して、導電助剤としてカーボンブラック（東海カーボン製、TB5500）を 10 重量部、結着剤としてポリビニリデンフルオライド-Nメチルピロリドン 12% 溶液（呉羽化学製、KFポリマー-#1120）を 33 重量部（ポリビニリデンフルオライド量として 4 重量部）を加え、さらに Nメチルピロリドンを加えて粘度を調整し正極活物質ペーストを作製した。このペーストを厚さ 20 μm のアルミニウム箔にロールコートより塗工し 200℃ で真空乾燥した後、ロールプレス機によりプレスを行って正極 2 とした。活物質のかさ密度は 2.08 g/cm^3 であった。

【0034】次に、上記正極 2 の表面 20 に多数の空孔を有する多孔質ポリマー層 5 を形成するポリマー形成工程を行った。図 1 の化学式に示すような側鎖および末端にビニル基を有するポリエチレンオキシド（第一薬品製薬製、エルクセル-TA140）1 重量部に対し、トルエン（和光純薬製、特級）2 重量部を加え、さらに 0.03 重量部の重合開始剤（バイオニクス社、重合開始剤-KEXC）を添加した溶液を作製した。この溶液をディッピングにより正極に塗工し、その後 70℃ で 2 時間放置することにより塗液を正極表面上で重合し、多孔質ポリマー層 5 を形成した。この多孔質ポリマー層 5 の厚さは 40 μm であった。

【0035】次に、負極 3 は、次のように作製した。負極活物質は球状人造黒鉛（大阪ガスケミカル製、MCM B25-28）を用いた。この活物質 9.5 部に結着剤としてポリビニリデンフルオライド-Nメチルピロリドン 12% 溶液を 41.7 重量部（ポリビニリデンフルオライド量として 5 重量部）を混合し、さらに Nメチルピロリドンを加えて粘度を調整し負極活物質ペーストを作製した。このペーストをロールコートにより銅箔に塗工し、200℃ で真空乾燥した後ロールプレスによりプレスを行って負極 3 を得た。活物質のかさ密度は 1.11 g/cm^3 であった。

【0036】次に、ゲル化可能な電解液を準備した。すなわち、図 1 の化学式のポリエチレンオキシド 1 重量部に対し、エチレンカーボネートとジエチルカーボネートの体積比で 3:7 に混合した溶媒に 1M の濃度で LiPF_6 を溶解した溶液（富山薬品工業製、LIPASTE-3E7DEC/PF1）を 4 重量部加え、さらに 0.03 重量部の重合開始剤を加えた溶液を準備した。

【0037】次に、上記正極 2、負極 3 をそれぞれ 1.5 mm ϕ 、1.7 mm ϕ の円形に打ち抜き、まず負極 3 をセルケース 11 の一方に固定し、負極 3 の表面 30 上に上記ゲル化可能な電解液を一様に浸した。次に正極 3 を対向させて一対のセルケース 11、12 をかした。これにより、コインセル 1 が外観的に完成すると共に、上記多孔質ポリマー層 5 の上記空孔にゲル化可能な電解

液を含浸させる含浸工程がなされる。

【0038】その後、1 kHz での交流インピーダンスを測定し、ショートのないことを確認した。さらにこのコインセル 1 を 70℃ で 1.5 時間放置することでゲル化工程を実施し、電池内の電解液を重合、ゲル化した。このようにして作製したコインセル 1 の 1 つを抜き取り解体することにより確認したところ、上記電解液は確実にゲル化していた。

【0039】次に、本例の作用効果につき説明する。本例のリチウム二次電池を製造するにあたっては、正極 2 の表面 20 に、上記多孔質ポリマー層 5 を予め形成してある。そのため、正極 2 と負極 3 とを対面配置した際にこれらの間に多孔質ポリマー層 5 を介在させることができ、両極 2、3 の短絡を確実に防止することができる。

【0040】また、上記多孔質ポリマー層 5 は、上記正極 2 の表面 20 に予め形成する。そのため、従来のセパレータと比べて、容易に厚みを薄い状態とすることができる。さらに、上記多孔質ポリマー層 5 は、上記のごとく多数の空孔を有している。そのため、ゲル電解質 4 を空孔内に充填することができ、その電解質の特性を有効に発揮させることができる。

【0041】また、上記多孔質ポリマー層 5 を予め正極 2 に形成しておくので、従来のように特別に不織布等のセパレータを準備する必要がない。そのため、製造工程の合理化、製造コストの低減等をも図ることができる。また、多孔質ポリマー層 5 は、別途準備するセパレータと比べて非常に薄くすることができ、例えば上記のごとく 40 μm にまで薄肉化することができる。そのため、電池全体の厚み低減及び軽量化を図ることができる。

【0042】実施形態例 2

次に、本例では、実施形態例 1 において作製した本発明にかかるコインセル 1（本発明品 1）の他に、比較用の 2 種類のコインセル（比較品 1、2）を準備し、これらの放電特性を比較した。

【0043】（比較品 1）比較品 1 は、上記実施形態例 1 におけるポリマー形成工程を省略して多孔質ポリマー層を形成しなかったこと以外は上記実施形態例 1 同様にして作製した。

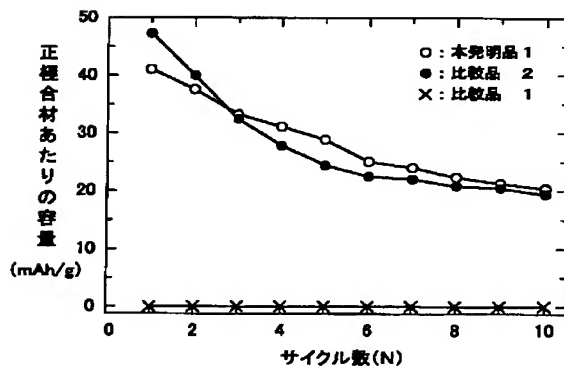
（比較品 2）比較品 2 は、比較品 1 に対して、厚み 120 μm の不織布よりなるセパレータを正極と負極との間に介在させた。その他は比較品 1 と同様とした。

【0044】次に、上記本発明品 1、比較品 1、2 に対して、充放電サイクル試験を実施した。この試験はすべての電池において、25℃ で充放電を行った。充電条件は 1C、4.1V、6 時間の定電流電圧充電とした。放電条件は、0.25C の電流密度で 2.5V までの定電流放電とした。

【0045】10 サイクルまでの放電容量を図 3 に示す。同図は横軸に充放電サイクル数を、縦軸に放電容量を示したものである。同図より知られるごとく、不織布

【 0 0 4 6 】

1. . . . リチウム二次電池（コインセル）,
2. . . . 正極,
3. . . . 負極,
4. . . . ゲル電解質,
5. . . . 多孔質ポリマー層,



(7)

特開 2 0 0 2 - 1 5 7 7 2

F ターム(参考) 5H021 BB09 BB12 EE04 EE39 HH03
5H029 AJ14 AK03 AL07 AM03 AM04
AM05 AM07 AM16 BJ03 BJ16
CJ23 DJ04 DJ13 EJ12 HJ04